

POWER SEMICONDUCTOR DEVICE

PUB. NO.: 61-265849 [JP 61265849 A]
PUBLISHED: November 25, 1986 (19861125)

INVENTOR(s): IMANAKA HIDEYUKI
MIYAKE MASANOBU

APPLICANT(s): SHARP CORP [000504] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)

APPL NO.: 60-108863 [JP 85108863]

FILED: May 20, 1985 (19850520)

INTL CLASS: [4] H01L-023/40

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS — Solid State Components)

JOURNAL: Section: E, Section No. 499, Vol. 11, No. 119, Pg. 36, April
14, 1987 (19870414)

ABSTRACT

PURPOSE: To reduce the number of component parts and simplify assembling work, by performing the mounting of a power semiconductor device on a heat radiating fin unit for cooling the power semiconductor device by utilizing bonding agent layer having thermal conductivity.

CONSTITUTION: In the inside of a power semiconductor device, an inner circuit substrate 1 is provided. Copper patters 2a, 2b, 2c and 2d are formed on the upper surface. A copper pattern 2e is formed on the lower surface. The inner circuit substrate 1 is stuck to a flat part 7a of a heat radiating fin unit 7 with a bonding agent layer 8 comprising a resin bonding agent having thermal conductivity, which is provided on the heat radiating fin unit 7. Heat, which is yielded in semiconductor elements 5a and 5b owing to the operation of the power semiconductor, is conducted to the heat radiating fin unit 7 through the bonding agent layer 8 and discharged into air. In this constitution, members such as a heat radiating metal plate, grease and attaching screws can be omitted, and the number of parts is reduced to a large extent.

⑩日本国特許庁(JP)

⑪特許出願公開

⑫公開特許公報(A) 昭61-265849

⑬IPC CL:
H 01 L 23/40識別記号 廷内整理番号
6835-5F

⑭公開 昭和61年(1986)11月25日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮発明の名称 電力半導体装置

⑯特 願 昭60-108863

⑰出 願 昭60(1985)5月20日

⑱発明者 今中秀行 大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
 ⑲発明者 三宅正展 大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
 ⑳出願人 シャープ株式会社 大阪市阿倍野区長池町22番22号
 ㉑代理人 弁理士原謙三

明細書

1. 発明の名称

電力半導体装置

2. 特許請求の範囲

1. 装置冷却用の放熱フィンを有し、装置内部に設けられ上下両面に鋼パターンを形成した内部回路基板上に、電気的に接続する構成部材を設けた電力半導体装置において、前記内部回路基板下面の鋼パターンは、上記放熱フィンの平面部上に、熱伝導性を有する樹脂から成る接着剤層により接合させたことを特徴とする電力半導体装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、空気中の対流により装置の冷却を行うための放熱フィンを備えた電力半導体装置に関するものである。

(従来技術)

従来、電力半導体装置は作動時の電力損失が大きくなることによる熱損失によって生じる発熱量を電力

半導体装置単独では放散しきれないため、装置自身に著しい温度上昇を招くものであった。この温度上昇により、装置内部に設けられた半導体素子の許容最高温度（シリコン半導体では通常125度～150度）を超える危険性がある場合には、電力半導体装置は、第4図に示すように、その装置の消費電力に応じた冷却能力を有する放熱フィン1-2に接着して使用されていた。上記放熱フィン1-2はその材料として通常アルミニウムの押出し型材が用いられ、一方の面には平面部1-2-aが形成され、他方の面には複数のひだ状の突起部1-3-aが設けられている。電力半導体装置の内部には、第5図に示すように、セラミックから成り、背面に鋼パターン1-5-a・1-5-b・1-5-c・1-5-dおよび1-5-eの形成された内部回路基板1-4が設けられている。この内部回路基板1-4上には、上記鋼パターン1-5-a・1-5-b・1-5-c・1-5-dを介して入出力端子1-7-a及び半導体素子1-8-a・1-8-bを半田付けしている半田層1-6-aが施されている。一方の半導体素子1-8-aの上部

と鋼バターン 1.5 b、及び鋼バターン 1.5 b と前方の半導体電子 1.8 b の上面は、それぞれボンディングワイヤ 1.9・1.9 により結線されている。このような内部回路基板 1.4 は、その下面に形成された上記鋼バターン 1.5 b を介して半田層 2.0 の半田により放熱用金属板 2.1 に半田付けされている。上記の放熱用金属板 2.1 は熱伝導率の高い鋼板に強化防止用のニッケルメッキ等の表面処理を施したものであり、ある程度の放熱機能を有するものである。上記の放熱用金属板 2.1 の上面は内部回路基板の半田付けを容易にするために、また底面は他の放熱器である放熱フィン 1.2 への接着を容易するために、それぞれ平坦な構造になっている。放熱用金属板 2.1 上には電力半導体装置の外殻の一部を形成する外殻 2.2 が設けられ、放熱用金属板 2.1 及び外殻 2.2 により形成される空間中には、油圧を充填して内部の構成部材を保護するための内張樹脂層 2.3 が形成されている。この内張樹脂層 2.3 上には、電力半導体装置の上面外殻を形成し、端子 1.1 一を固定するための外

れるので、約 0.2 ミリ程度の熱抵抗が存在することになる。

ところが、上記従来の構造では、放熱用金属板 2.1 と放熱フィン 1.2 の接合には、これら二者間にグリス層 2.5 を設け、取付ビス 2.8・2.8 によりビス止めして固定するものであるため、組立て作業が非常に手間取るという欠点があった。また、放熱としての放熱フィン 1.2 を別に設けていたため、放熱用金属板 2.1 は不要なものとなってしまっており、これに起因して部品点数の増加及びコストアップを招来するといった問題点を有する。

(発明の目的)

本発明は、上記従来の問題点を考慮してなされたものであって、電力半導体装置専用の放熱フィンに対する電力半導体装置の接着剤を接着剤にて行うことにより、部品点数の減少及び組立て作業の簡素化をはかることが出来、ひいてはコストダウンを達成することができる電力半導体装置の提供を目的とするものである。

(04) (3) (3) (3)

放熱面層 2.0 が形成されている。

以上のように、半導体電子 1.8 a・1.8 b から放熱用金属板 2.1 までの熱伝導率を考慮した構造により、上記 2 面間の熱抵抗は 1~1.25 ミリとなる。しかし、仮に上記放熱用金属板 2.1 が厚み 3~4 毫メートル×4.0 ミリの鋼板とすれば、放熱用金属板 2.1 から空気中への熱抵抗は約 1.0 ミリとなり、半導体電子 1.8 a・1.8 b での消費電力を 2.0 W とすると、上記半導体電子 1.8 a・1.8 b の温度は 2.0 0 C を超えることになる。直って、先述した放熱フィン 1.2 による放熱が必要となるものである。放熱フィン 1.2 に対する電力半導体装置の接着は、第 4 図のように前記放熱用金属板 2.1 と放熱フィン 1.2 の平面部 1.2 a との間に熱伝導性の良いグリス層 2.5 を設け、前記平面 1.2 a、放熱用金属板 2.1 及び放熱フィン 1.2 a を、それぞれのビス孔通孔 2.6・2.6、2.7・2.7 に周囲した取付ビス 2.8・2.8 により固定されていい。尚、上記グリス層 2.5 により、放熱用金属板 2.1 及び放熱フィン 1.2 間の熱抵抗は小さく抑えら

れるので、約 0.2 ミリ程度の熱抵抗が存在することになる。

ところが、上記従来の構造では、放熱用金属板 2.1 と放熱フィン 1.2 の接合には、これら二者間にグリス層 2.5 を設け、取付ビス 2.8・2.8 によりビス止めして固定するものであるため、組立て作業が非常に手間取るという欠点があった。また、放熱としての放熱フィン 1.2 を別に設けていたため、放熱用金属板 2.1 は不要なものとなってしまっており、これに起因して部品点数の増加及びコストアップを招来するといった問題点を有する。

(実施例)

本発明の一実施例を第 1 図乃至第 3 図に基づいて以下に説明する。

電力半導体装置の内部には、電気的絶縁性が高くかつ熱伝導率の高いセラミックを蓄積として形成され両面基板として機能する内部回路基板 1 が設けられている。この内部回路基板 1 の上面には鋼バターン 2 a・2 b・2 c・2 d が形成されており、下面には鋼バターン 2 e が形成されている。上記の鋼バターン 2 e 上には、入出力端子 4 及び半導体電子 5 を所定の間隔を保ちて並び

けした半田層3-3が形成されている。また鋼バターン2-b-2と上にはそれぞれ入出力端子4-bと半導体素子5-bが半田層3により半田付けされおり、さらに鋼バターン2-c-2と上には半田層3により入出力端子4-cが半田付けされている。上記の半導体素子5-bの上面と鋼バターン2-b-2及びこの鋼バターン2-b-2と半導体素子5-bとはそれぞれポンディングワイヤ6-6によりポンディングされ結線されている。上記のポンディングワイヤ6は、半導体素子5-a-5-bの電極配置に応じて幅2.00~5.00μのアルミニウム線或いは金線が適宜用いられる。このような形態回路基板1は、アルミニウムの押出し型材から成る放熱フィン7の平面状を成す平面部7-aに貼着されている。上記放熱フィン7の平面部7-aとは反対側の面には、同一位置で放熱効果を高めるため複数のひだ状の突起部7-b-7-dが形成されている。放熱フィン7は、この放熱フィン7が用いられる電力半導体装置の使用条件及び使用目的に応じてその大きさ及び形状が決定される。また放熱フィン7は熱

伝導性がよく軽量かつ安価であることが要求されおり、前述したアルミニウムの押出し型材が比較的これらの条件に適合し得るものとして利用される。尚、上記内部回路基板1と放熱フィン7及び放熱フィン7の材質がアルミニウムであるため半田付けによる接合は不可能である。このため放熱フィン7の材料を他の半田付性の良い鋼またはニッケル等に置き換えるか、或いは放熱フィン7にチーク処理を施すことも考えられるが、これらの方法は放熱フィン7の大形化に呼応してコスト嵩を招くものである。よって本装置では放熱フィン7に熱伝導性を有する樹脂の接着剤が成る接着剤層8がスクリーフ印刷されており、この接着剤層8により内部回路基板1が放熱フィン7に貼着されている。また上記放熱フィン7には、電力半導体装置の外見の一端を形成し、上記内部回路基板1に設けられた部材を側面から覆う円錐状の外枠9が別の接着剤層8により貼着されている。上記の外枠9及び放熱フィン7により形成された該形状の内部には、同じく内部に置けられた

半導体素子5-a-5-bの裏面の保護及びポンディングワイヤ6-6の物理的衝撃からの保護のため、樹脂の充填により内壁樹脂層1-1が形成されている。この内壁樹脂層1-1の樹脂は、注入時には液状であり、注入後はゲル化されるものである。上記の内壁樹脂層1-1上には、本装置の上部外殻を形成しエポキシ樹脂から成る外壁樹脂層1-1が形成されている。この外壁樹脂層1-1により端子4-a-4-b-4-cが固定されている。

上記の構成において、電力半導体の作動により半導体素子5-a-5-bから発生された熱は半田層3-3、鋼バターン2-a-2-b-2-c-2-d-2-eの厚み0.1~0.5mm程度のものを想定すると、半導体素子5-a-5-bから接着剤層8に至るまでの距離は約1mmとなる。今考えている電力半導体素子5-a-5-bは少なくとも7~8ヶ月以上のものであり、半導体素子5-a-5-bの大きさを板に7度角とすると、接着剤層8部分の熱伝導率に寄与する断面積Sは、 $S = (L \cdot 2 \cdot 1.0 \cdot 0.5)^2 \cdot (d) = (L \cdot 0.7 \cdot 1 - 0.1) \cdot 1.0 \cdot 1.0$ (cm²) すなわち9度角程度の大きさに相当。接着剤層8の厚み1.00mm、熱伝導率k=1.0W/(cm²・°C)程度の樹脂を使用す

りをもって伝導されることが知られている。今、熱の伝わる媒体の熱伝導率をk (cm²・°C)、この媒体の厚みをt (cm)、媒体の断面積をS (cm²) とすると、この媒体の熱抵抗R (°C/W) は、

$$R = \frac{L}{k \cdot S} = \frac{1}{k \cdot t} \quad (1)$$

で算出される。ここで、電力半導体装置によく用いられるセラミック基板1の厚み0.6mm、鋼バターン2-a-2-b-2-c-2-d-2-eの厚み0.1~0.5mm程度のものを想定すると、半導体素子5-a-5-bから接着剤層8に至るまでの距離は約1mmとなる。今考えている電力半導体素子5-a-5-bは少なくとも7~8ヶ月以上のものであり、半導体素子5-a-5-bの大きさを板に7度角とすると、接着剤層8部分の熱伝導率に寄与する断面積Sは、 $S = (L \cdot 2 \cdot 1.0 \cdot 0.5)^2 \cdot (d) = (L \cdot 0.7 \cdot 1 - 0.1) \cdot 1.0 \cdot 1.0$ (cm²) すなわち9度角程度の大きさに相当。接着剤層8の厚み1.00mm、熱伝導率k=1.0W/(cm²・°C)程度の樹脂を使用す

れば、(1)式より接着剤層3の熱抵抗 θ は、 $\theta = 0.3 \text{ ビ。}$ となる。一方、従来の電力半導体装置の場合は、第3図に示すように、半田層2-0、放熱用金属板2-1及びグリス層2-5が本装置の接着剤層3の代わりに存在することになる。しかしこれらの部材の熱伝導率は、半田層2-0の熱伝導率 $k = 8 \times 1.0^{-3} (\text{cal}/\text{sec} \cdot \text{cm} \cdot \text{deg})$ 、鋼を基材とする放熱用金属板2-1の熱伝導率 $k = 9.2 \times 1.0^{-3} (\text{cal}/\text{sec} \cdot \text{cm} \cdot \text{deg})$ で示されるように、上記接着剤層3の熱伝導率 $k = 1 \times 1.0^{-3} (\text{cal}/\text{sec} \cdot \text{cm} \cdot \text{deg})$ よりも相当高く、無視し得るものである。従来の電力半導体装置において熱伝導率大きく影響するのは放熱用金属板2-1と放熱フィン1-2との接触部の熱抵抗であり、この熱抵抗は $\theta \approx 0.2 \text{ ビ。}$ 程度となる。よって前記本装置の接着剤層3の熱抵抗 θ は上記従来方式の熱抵抗 θ に近い値であり、接着剤層3に通常用いられる熱伝導率の高いものを使用すれば、従来の装置に対して放熱機能における劣化は殆ど招来しない。また、本装置の放熱機能をさらに向上させるには、

接着剤層3の熱伝導率 k を $k = 2 \times 1.0^{-3} (\text{cal}/\text{sec} \cdot \text{cm} \cdot \text{deg})$ 以上に設定すればよく、これにより熱抵抗 $\theta = 0.15 \text{ ビ。}$ 以下となり従来方式以上の放熱効率が得られる。上記接着剤層3の熱伝導率を向上させるには、接着剤層3を形成する接着剤への高熱伝導率充填剤の配合率を増加すれば良いが、その反面、接着剤が劣化される。しかし、人型ガラス4-1・4-2・4-3が外装由縫層1-1により固定されているので効率的に問題はない。このため、接着剤層3の接着剤の接着強度をより確実性にすることにより本装置の放熱機能を向上させることは実用上可能である。

(発明の結果)

本発明の電力半導体装置は、以上のように、電力半導体装置の外殻の一部を形成する外体及び下面に網バーナーを有する内部回路基板をこの網バーナーを介して放熱フィンの平面部に熱伝導性を有する樹脂から成る接着剤により貼着した構造である。それ故、従来用いられていた放熱用金属板、グリス、取付ビス等の部材が不要になり、部

品点数が大幅に削減される。また上記取付ビスを神通するため外枠及び放熱フィン等に形成されていた取付ビス神通孔も必要でなくなり、これにより加工工数が減少される。また上記部品点数の減少及び上記内部回路基板における放熱フィンへの接着剤による取付け改良により、組立作業が大幅に簡素化される。さらに、以上の部品点数の減少、加工工数の減少及び組立て作業の簡素化等により、コストダウンを実現する等の優れた効果を有する。

(図面の簡単な説明)

第1図は本発明の一実施例を示す断面図、第2図は第1図に示した電力半導体装置の熱伝導の状態を示す模式図、第3図は従来の電力半導体装置の熱伝導の状態を示す模式図、第4図は従来例を示す正面図、第5図は第4図に示した電力半導体装置の内部を示す断面図である。

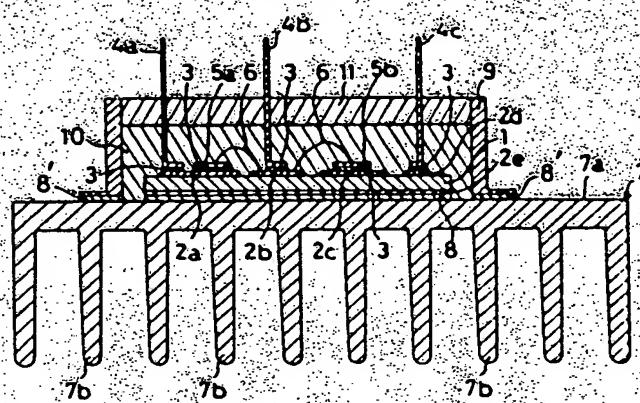
1は内部回路基板、2-a・2-b・2-c・2-d・2-eは網バーナー、3は半田層、4-a・4-b・4-cは由縫層、5-a・5-bは半導体素子、6は

ポンティングワイヤ、7は放熱フィン、8は接着剤層、9は外体、1-0は内装由縫層、1-1は外装由縫層である。

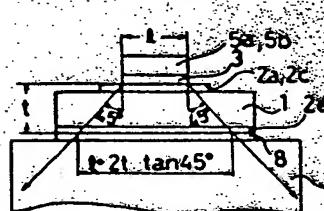
特許出願人 フォード株式会社
代理人 齋藤士郎



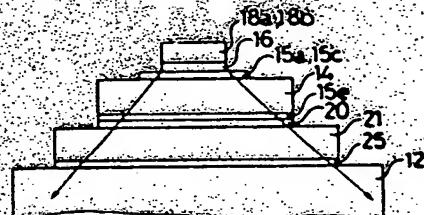
第1図



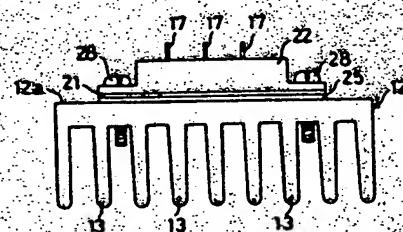
第2図



第3図



第4図



第5図

